

METHOD AND DEVICE FOR ESTIMATING MOVING QUANTITY OF MOVING IMAGE

Publication number: JP2000076449

Publication date: 2000-03-14

Inventor: KANEKO YUTAKA; SHISHIKUI YOSHIAKI;
KANETSUGU YASUAKI; TANAKA YUTAKA

Applicant: JAPAN BROADCASTING CORP

Classification:

- international: **H04N1/41; G06T1/00; G06T7/00; H04N1/41; G06T1/00; G06T7/00; (IPC1-7): G06T7/00; H04N1/41**

- **European:**

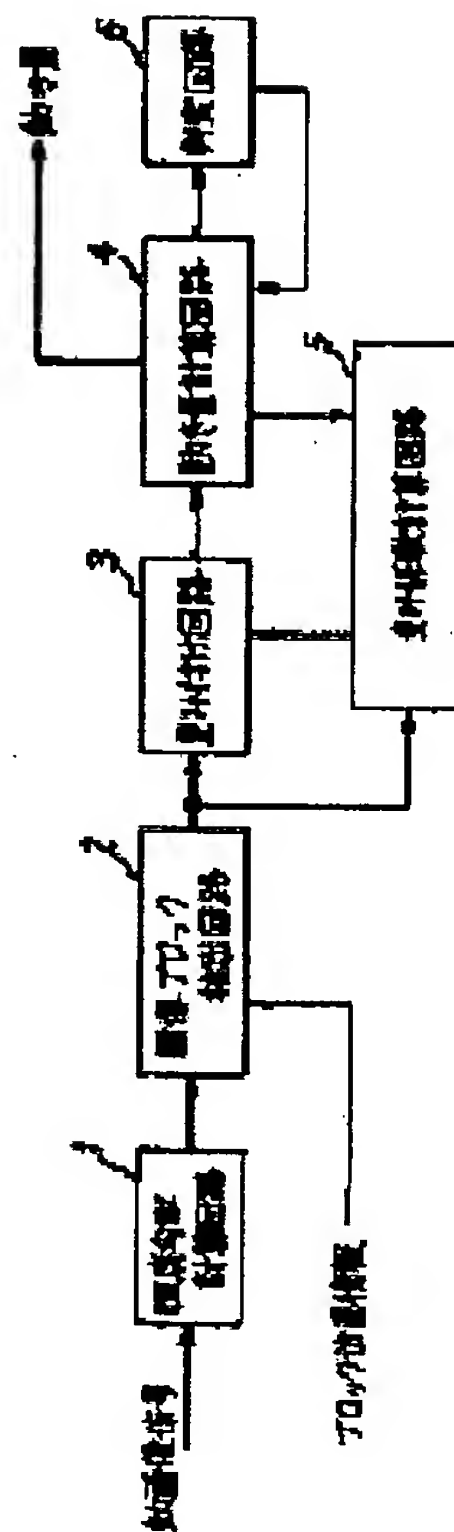
Application number: JP19980242673 19980828

Priority number(s): JP19980242673 19980828

Report a data error here

Abstract of JP2000076449

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for estimating the moving quantity of a moving image capable of correctly estimating the moving quantity with respect to main movement in an image block even if plural movements are included in an objective image block. **SOLUTION:** The device is provided with at least a weighting circuit 3 supplied with a space-time luminance inclination and a weighting coefficient matrix and outputting a weighted space-time luminance inclination, a moving quantity calculating circuit 4 arranged in serial with the circuit 3 and calculating the characteristic value and the characteristic vector of the covariance matrix of the weighted time-space luminance inclination and the moving quantity, and the weight coefficient calculating circuit 5 supplied with the time-space luminance inclination and the characteristic value and characteristic vector of the covariance matrix and updating the weight coefficient matrix being the output signal of the circuit.



(51)Int.Cl.	識別記号	F I	コード(参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/02	4 1 0 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/41		H 0 4 N 1/41	Z 5 C 0 7 8

審査請求 本請求 請求項の数5 O L (金 7 円)

(21)出願番号	特願平10-242673	(71)出願人	000004352 日本放送協会 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
(22)出願日	平成10年8月28日(1998.8.28)	(72)発明者	金子 豊 東京都渋谷区路1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内 廣嶋 善明 東京都渋谷区路1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内 100053258 (74)代理人 弁護士 杉村 敏秀 (外8名)

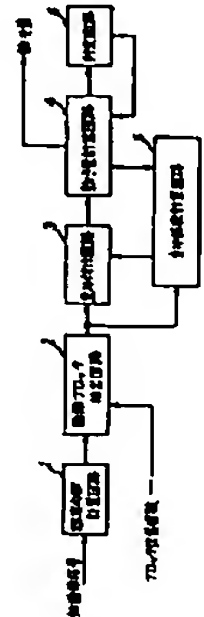
最終頁に続く

(54)発明の名称 動画の動き量推定方法および装置

(57)要約

【課題】従来の技術では、対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれていると正確な動き量の推定を行うことができなかった。

【解決手段】時空間輝度勾配と重み係数マトリックスとが供給され、重み付けされた時空間輝度勾配を出力する重み付け回路3と、その重み付け回路3に接続配置され、上記重み付けされた時空間輝度勾配の差分行列の固有値と固有ベクトル、および動き量を計算する動き量計算回路4と、上記時空間輝度勾配および上記差分行列の固有値と固有ベクトルが供給され、当該回路の出力信号である上記重み係数マトリックスを更新する重み係数計算回路5とを少なくとももつて構成した。



(3)

特開2000 76449

ている画像ブロック内に複数の動きが含まれていると正確な動き量の推定を行うことができなかった。

【0010】本発明の目的は、対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれていると、画像ブロック内の主要な動きに対する正確な動き量の推定を行うことができるようにした動画の動き量推定方法および装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明による動画の動き量推定方法は、画像ブロック内の時空間輝度勾配の分布状態を示す時空間輝度勾配の差分行列の固有値に基づき動き量を推定するにあたり、画像ブロック内の複数の動きと関連する時空間輝度勾配のうち主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配の影響を除去または緩和させて動き量を推定することを特徴とするものである。

【0012】また、本発明による動画の動き量推定方法は、前記主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配の影響を除去または緩和させるためにロバスト推定の手法を適用したことを特徴とするものである。

【0013】また、本発明による動画の動き量推定装置は、時空間輝度勾配と重み係数マトリックスとが供給され、重み付けされた時空間輝度勾配を出力する重み付け回路と、重み付け回路に接続配置され、前記重み付けされた時空間輝度勾配の差分行列の固有値と固有ベクトル、および動き量を計算する動き量計算回路と、前記時空間輝度勾配および前記差分行列の固有値と固有ベクトルが供給され、当該回路の出力信号である重み係数マトリックスを更新する重み係数計算回路とを少なくとももつてなることを特徴とするものである。

【0014】また、本発明による動画の動き量推定装置は、該装置がさらに、前記差分行列の固有値が供給され、動き量計算の繰り返し回数を決定する判定回路を具備していることを特徴とするものである。

【0015】また、本発明による動画の動き量推定装置は、該装置がさらに、該装置の入力画像信号である動画信号の時空間輝度勾配を計算する輝度勾配計算回路と、該輝度勾配計算回路に接続配置され、外部からブロック位置情報として指定された位置、サイズの時空間輝度勾配のブロックを取り出す画像ブロック抽出回路とを具備していることを特徴とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照し、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。本発明による動画の動き量推定においては、画像ブロック内の時空間輝度勾配の分布状態を示す時空間輝度勾配の差分行列の固有値に基づき動き量を推定するにあたり、画像ブロック内の複数の動きと関連する時空間輝度勾配

のうち主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の影響を除去または緩和させることを基本としている。

【0017】そして、本発明では、この主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配の影響を除去または緩和させるために、以下に説明するように、統計学的手法であるロバスト推定の手法を適用している。

【0018】従来、観測データから線形モデルのパラメータを推定する場合、一般に最小二乗法が用いられる。しかし、この最小二乗法では観測データに大きな外れ値が存在すると、推定値がその外れ値の影響を受けてしまい、推定値が大きく変わってしまうという欠点がある。

【0019】しかし、ロバスト推定はこのような外れ値による推定値への影響を低減させる手法である(広中興、"現代数理科学辞典"、大阪書籍、p.523-526(1993))。線形モデルのパラメータをロバスト推定により推定することは、観測データに対して適当な重み付け処理を行った最小二乗法を繰り返すことにより推定することと等価であることが知られている(例えば、"3次元ビジョン"、共立出版、p.46-48(1999))。

【0020】そこで、本発明では、時空間輝度勾配に対して重み付け処理を施して最小二乗法を繰り返すことにより画像ブロック内の主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配を外れ値とみなしてロバスト推定の手法を適用するようにしている。これにより、複数の動きが存在する画像ブロックであっても、画像ブロック内の主要な動きに対する正確な動き量の推定を行うことができる。また、簡便に画像ブロック内に複数の動きが含まれているか否かの判定を行い、複数の動きが含まれていると判定されたブロックについてのみ上記推定を行うようにすることで、計算量の削減を行なうことが可能になる。

【0021】以下に、具体的な本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明による動画の動き量推定装置の一実施形態をブロック図で示している。図1において、1は輝度勾配計算回路、2は画像ブロック抽出回路、3は重み付け回路、4は動き量計算回路、5は重み係数計算回路、および6は判定回路である。

【0022】動作について説明する。本実施形態においては、入力画像信号としての動画信号に対して、第1段階から第5段階もしくは第6段階までの信号処理を行うことによって動き量の推定を行なうようにしているが、以下では、理解を容易にするために、これら信号処理の段階の数(何番目の信号処理であるかを示す)と図1の各構成ブロックの符号とを一致させている。

【0023】まず、第1段階の信号処理として、動画信号は輝度勾配計算回路1に供給され、動画信号を構成する各画素の時空間輝度勾配の計算を行う。入力画像は、横の画素数をH、縦の画素数をVとする1画面(以下に

(2)

特開2000 76449

【特許請求の範囲】
【請求項1】 画像ブロック内の時空間輝度勾配の分布状態を示す時空間輝度勾配の差分行列の固有値に基づき動き量を推定するにあたり、画像ブロック内の複数の動きと関連する時空間輝度勾配のうち主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配の影響を除去または緩和させて動き量を推定することを特徴とする動画の動き量推定方法。

【請求項2】 請求項1記載の動画の動き量推定方法において、前記主要な動きと関連する時空間輝度勾配以外の時空間輝度勾配の影響を除去または緩和させるためにロバスト推定の手法を適用したことを特徴とする動画の動き量推定方法。

【請求項3】 時空間輝度勾配と重み係数マトリックスとが供給され、重み付けされた時空間輝度勾配を出力する重み付け回路と、

前記重み付け回路に接続配置され、前記重み付けされた時空間輝度勾配の差分行列の固有値と固有ベクトル、および動き量を計算する動き量計算回路と、

前記時空間輝度勾配および前記差分行列の固有値と固有ベクトルが供給され、当該回路の出力信号である前記重み係数マトリックスを更新する重み係数計算回路とを少なくとももつてなることを特徴とする動画の動き量推定装置。

【請求項4】 請求項3記載の動画の動き量推定装置において、該装置はさらに、

前記差分行列の固有値が供給され、動き量計算の繰り返し回数を決定する判定回路を具備していることを特徴とする動画の動き量推定装置。

【請求項5】 請求項3または4記載の動画の動き量推定装置において、該装置はさらに、

該装置の入力画像信号である動画信号の時空間輝度勾配を計算する輝度勾配計算回路と、

該輝度勾配計算回路に接続配置され、外部からブロック位置情報として指定された位置、サイズの時空間輝度勾配のブロックを取り出す画像ブロック抽出回路とを具備していることを特徴とする動画の動き量推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は動画の動き量推定方法および装置に係り、特に、動画上の画像ブロックの動き量の推定を行う動き量推定方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の動画の動き量推定方法ないし装置は、動画の1フレームを複数の矩形ブロック等に分割して、各画像ブロックごとに動き量の推定を行っていた。推定の手法としては、輝度勾配法を用いたものと、ブロックマッチング法を用いたものに大別され

(2)

特開2000 76449

る。
【0003】輝度勾配法は、画像ブロック内に同一の動き量であるという仮定のもとに、画像ブロック内の各画素の時空間輝度勾配に最小二乗法を用いて動き量を推定する手法である(例えば、"画像信号による動き量の推定"、電子情報、IEE-67、p.35-41(1979))。

【0004】また、画像ブロックの動き量はブロック内の時空間輝度勾配の差分行列の固有ベクトルから推定できる(例えば、"色、位置、輝度という3次元空間分割による2次元動き推定"、電子情報、Vol.176-4-11、No.11、p.2324-2332(1993))。この手法は、最小二乗法を用いた輝度勾配法に比較して大きな動き量の推定ができるという特徴がある(例えば、"輝度勾配を用いた輝度勾配法による動き推定手法の検討"、情報処理、Vol.197、No.28、p.29-34(1997))。

【0005】さらに、輝度勾配法によって比較的大きな動き量を推定する手法には、画像ブロックの位置を固定させるながら輝度勾配の計算を繰り返す反復法もある(例えば、"反復法による動き推定手法の検討"、電子情報、Vol.163-4、No.4、p.663-670(1989))。

【0006】一方、ブロックマッチング法は、現フレームの画像ブロックに対して前フレーム画像内で形状が最小となる画像ブロックの位置を検出する手法である(二宮、"フレーム間平行化における動き補正"、電子情報、IEE-6、p.1-10(1978))。また、ブロックマッチング法

の応用として、ブロックサイズを階層的に小さくしていくことで動き量推定の精度の向上を図った手法もある(例えば、"階層画像を用いた動画における動き量推定方式"、電子情報、Vol.172-11、No.3、p.395-403(1989))。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの画像ブロックに基づく動き量推定手法は、画像ブロック内のすべての画素が同じ動きであるという仮定のもとに動き量を推定する手法である。そのため、画像ブロック内に複数の動きを含む画像ブロックでは正確な動き量の推定はできないという解決すべき課題があった。

【0008】この課題を解決するため、画像ブロック内に複数の動きが含まれている状態を避けるため、画像ブロック内の状態を判定して、動き量の推定に用いる画像ブロックのブロックサイズを適宜に可変する手法もある(金子ほか、"輝度勾配ベクトル分布を用いた動き推定における最適ブロックサイズの検討"、IEE-95、p.5-23(1996))。しかし、この手法によっても、複数の互いに異なる動きをしている画像の境界部分が画像ブロックの中心付近にある場合、ブロックサイズが小さくなりすぎ、動き量の推定に精度が低下する場合がある。

【0009】以上のように、従来の技術では、対象とし

(4)

特開2000 76449

フレームと扱う)を単位とし、これが時間間隔Tで繰り返される単位としている。

【0021】いま、画像フレーム内の位置(x, y)(x, yは、それぞれ水平・垂直方向位置)の画素の輝度値をa(x, y, t)(但し、tは時刻)で表したとき、時空間輝度勾配は

$$\vec{g}(x, y, t) = \left(\frac{\partial a(x, y, t)}{\partial x}, \frac{\partial a(x, y, t)}{\partial y}, \frac{\partial a(x, y, t)}{\partial t} \right) \quad *10$$

$$\vec{g}(x, y, t) = \left(\frac{a(x+1, y, t) - a(x-1, y, t)}{2}, \frac{a(x, y+1, t) - a(x, y-1, t)}{2}, \frac{a(x, y, t+T) - a(x, y, t-T)}{2} \right)$$

として計算するものとする。

【0022】図1に示す輝度勾配計算回路1は、上記計算を演算として1画像フレーム内の全画素に対して行なうことで、対象としている画像フレームの全画素に対応する輝度勾配が求まることになる。以下では、この1画像フレーム分の輝度勾配を輝度勾配フレームとすることとする。

【0023】なお、画面の上下左右端の各1画素分に関しては原理上その時空間輝度勾配を求めることはできないが、このように実際に画面のない部分は隣接する画素の値をその画素の値として時空間輝度勾配として求めるか、あるいは、画面の縁の1画素分の輝度勾配に関しては動き推定の処理に使用しないなど例外的な処理を行う必要がある。ただし、どのような例外的処理を行うかは本発明の本質に関わる内容ではないのでここでは詳しく述べない。

【0024】次に、画像ブロック抽出回路2において、第2段階の信号処理が行われる。画像ブロック抽出回路2は、輝度勾配フレーム1における輝度勾配計算の結果である輝度勾配フレーム1(画素フレーム)の輝度勾配をその入力とし、それら入力された輝度勾配フレーム1のうち外部からブロック位置情報として指定されたブロック位置(x, y)およびサイズ

【外1】

$M \times N$
画素に相当する輝度勾配のブロック(輝度勾配ブロック)のみを抽出する。以下に説明する動き推定の計算は、この抽出されたブロック位置が(x, y)で、かつ【外1】画素サイズのブロックのみが対象となる。このように、画像ブロック抽出回路2に対して、ブロック位置情報を指定することで、1画像フレーム内の任意の位置の動き量の推定が可能になる。以下、輝度勾配ブロック内の位置(i, j)の時空間輝度勾配を

【外2】

として説明する。
【0025】第3段階の信号処理として、重み付け回路

*を適したものである。

【0025】次に、本実施形態で輝度勾配計算回路1(図1参照)が時空間輝度勾配を計算する方法の一例として、時空間輝度勾配を

【数2】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

【外3】

$$G = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{u}_{ij} \cdot \tilde{h}_{ij}}{M \cdot N}$$

として計算する。これに引き続き、動き量計算回路4は共分散行列〔外5〕の固有値を計算し、演算結果の固有値を出力する。

〔0032〕以下の説明では、この共分散行列〔外5〕の固有値を順に大きい順に $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ とする。さらに、動き量計算回路4は上記固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ のほか、固有値 λ_1 に対応する固有ベクトル〔外6〕

$$\vec{u}_1$$

も計算して出力する。以下、固有ベクトル〔外6〕を (u_{11}, u_{12}, u_{13}) と記し、説明する。

〔0033〕第5段階の信号処理として、重み係数計算回路5は、動き量計算回路4の出力である共分散行列〔外5〕の第3固有値 λ_3 と固有ベクトル〔外6〕および画像ブロック抽出回路2の出力である輝度勾配ブロックを入力信号として、重み係数マトリックス〔外3〕の各要素を計算し、重み係数マトリックス〔外3〕を更新する。

〔0034〕ここで、重み係数マトリックス〔外3〕の計算方法について説明する。重み係数マトリックス〔外3〕の各要素 w_{ij} は、

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 : \tilde{g}_{ij} \cdot \vec{u}_1 < c \lambda_3 \text{ のとき} \\ 0 : \text{それ以外} \end{cases}$$

として計算される。ここに、 c はあらかじめ経験的に決められた定数である。以下、本式の導出過程を説明する。画像ブロックの動きベクトルを

$$\vec{m} = (m_x, m_y, 1)$$

とすると、時空間輝度勾配〔外2〕との間に

$$\tilde{g}_{ij} \cdot \vec{m} = 0$$

の関係が成立する。

〔0035〕図2は、時空間輝度勾配法における画像ブロック内の時空間輝度勾配と動きベクトルとの関係を示している。同図が示すように、画像ブロック内の時空間輝度勾配が理想的な状態である場合、ブロック内の時空間輝度勾配

$$\vec{g}_{1,1}, \vec{g}_{1,2}, \vec{g}_{1,3}, \dots, \vec{g}_{M,N}$$

は1つの平面上に分布し、動きベクトル〔外6〕

は平面の法線ベクトルの方向に一致する。従って、動きベクトル〔外6〕を推定することは画像ブロック内の各時空間輝度勾配から距離（距離）の自乗和を最小にする平面を推定することに相当する。

〔0036〕画像ブロック内の各時空間輝度勾配から平面までの距離の自乗和が最小となるのは、ブロック内の輝度勾配の共分散行列〔外5〕の第3固有値 λ_3 に対応する固有ベクトル〔外6〕を推定する平面の法線ベクトルとしたときである。このとき、第3固有値 λ_3 は、各時空間輝度勾配の平面までの距離の自乗の平均値を表している。

〔0037〕また、対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれている場合、複数の平面上に分布する時空間輝度勾配が存在していることになる。この場合、画像ブロック内の主要な動きに対する動き量の推定を行うには、他の動きに関する時空間輝度勾配を除去して推定（ロバスト推定）することが必要になる。上述した重み係数マトリックスを使用することは、推定された平面から時空間輝度勾配までの距離の自乗和が、平均値 (λ_3) の定数倍（ c 倍）より大きな時空間輝度勾配を他の動きに関連するものとみなして動き量推定の演算から除去することに相当する。

〔0038〕本実施形態では、以上説明した第3段階から第5段階までの各信号処理を、重み係数計算回路5で更新された重み係数マトリックス〔外3〕を用いて、あらかじめ決められた回数だけ繰り返し行うものとする。また、動き量計算回路4は決められた回数の計算が終了した時点で最終的な動き量を

$$m_x = \frac{m_{11}}{M_{11}}$$

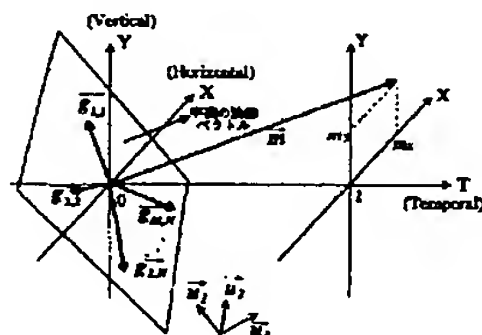
$$m_y = \frac{m_{21}}{M_{21}}$$

として出力する。ここで m_x は水平方向の動き量、 m_y は垂直方向の動き量である。

〔0039〕上記において、対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれている場合、画像ブロック内の主要な動きに対する動き量の推定を行うには、他の動きに関する時空間輝度勾配を除去して推定することが必要であることを説明した。図1において、判定回路8は、画像ブロック内に複数の動きが含まれているかを判定する回路（この回路で行われる信号処理を第6段階の信号処理とする）である。

〔0040〕画像ブロック内に複数の動きが含まれているかを判定する方法としては、例えば、金子、藤田、田中、"輝度勾配ベクトル分布を用いた動き推定における最適ブロックサイズの検討"、ICSI'96、p.5.23、1996がある。本実施形態においても、この方法を用いて画像ブロック内に複数の動きが含まれているかを判定するものとする。輝度勾配ブロックの共分散行列〔外5〕の固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ は画像ブロック内の輝度

〔図2〕



フロントページの続き

(72)発明者 金次 保明
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 田中 豊
東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

Fターム(参考) 5B037 UA20 UB02
5C078 AA00 CA00

勾配の分布状態を表している。ブロック内の動きが単一（つまり、複数の動きが含まれていない）であれば輝度勾配の分布状態は1つの平面上に分布することから $\lambda_1, \lambda_2 \gg \lambda_3$ の関係となり、 λ_1 は λ_2, λ_3 に比較して十分小さな値となる。

〔0041〕これに対し、画像ブロック内に複数の動きが含まれている場合には、複数の異なる平面上に分布する輝度勾配が混ざり合っていると考えられるため、ブロック内の動きが単一の場合のように、 λ_1 が λ_2, λ_3 に比して十分小さな値になることはない。

〔0042〕以上のように、判定回路8は、輝度勾配ブロックの共分散行列〔外5〕の固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を

$$\frac{\lambda_1^2}{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2} > k_1 \text{ かつ } \lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 > k_2$$

を満足するとき、画像ブロック内に複数の動きが含まれていると判定可能となる。なお、 k_1, k_2 は判定のための閾値であり、経験的にあらかじめ設定した値を用いる。

〔0044〕動き量計算回路4は、上記判定回路8から供給される判定結果（対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれているか否かの）を受けて、所定回数の動き量の繰り返し計算を行う。すなわち、判定回路8が画像ブロック内に複数の動きを含んでいないと判定した場合、判定回路8は動き量計算回路4の繰り返し計算回数を0に設定する。このとき、動き量計算回路4は、繰り返し計算は行わず、重み係数マトリックス〔外3〕の全ての要素が1に設定されて計算された動き量を出力する。

〔0045〕反対に、判定回路8が画像ブロック内に複数の動きを含んでいると判定した場合、判定回路8は動き量計算回路4の繰り返し計算回数を1以上のあらかじめ決められた回数に設定する。これにより、動き量計算回路4および、重み付け回路3、重み係数計算回路5も同様の繰り返し計算を行い、動き量計算回路4は最終的な

*が動き量計算回路4から供給されて、 λ_1, λ_2 と λ_3 の大小関係の比較がなされ、画像ブロック内に複数の動きが含まれているか否かの判定結果を動き量計算回路4に戻すように構成されている。

〔0043〕なお、画像ブロック内に輝度勾配があまりない画像では、画像ブロック内に複数の動きが含まれているときと同様、固有値 λ_1 は固有値 λ_2, λ_3 に比して十分小さな値にならないが、この場合は、 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ の固有値全体の値が小さな値になるため判別できる。すなわち、画像ブロック内に複数の動きが含まれているか否かは、次の式（数9）

※に指定した動き量を入力する。

〔0046〕

〔発明の効果〕本発明によれば、複数の動きを含む画像ブロックの動き量の推定を正確に行うことができる。

〔0047〕また、本発明によれば、対象としている画像ブロック内に複数の動きが含まれるときにのみ、主要な動きに対する動き量の推定を行うようにすることで計算量を削減することができる。

〔図面の簡単な説明〕

〔図1〕本発明による動画像の動き量推定装置の 実施形態をブロック図で示している。
〔図2〕時空間輝度勾配法における画像ブロック内の時空間輝度勾配と動きベクトルの関係を示している。

〔符号の説明〕

- 1 輝度勾配計算回路
- 2 画像ブロック抽出回路
- 3 重み付け回路
- 4 動き量計算回路
- 5 重み係数計算回路
- 6 判定回路

〔図1〕

